

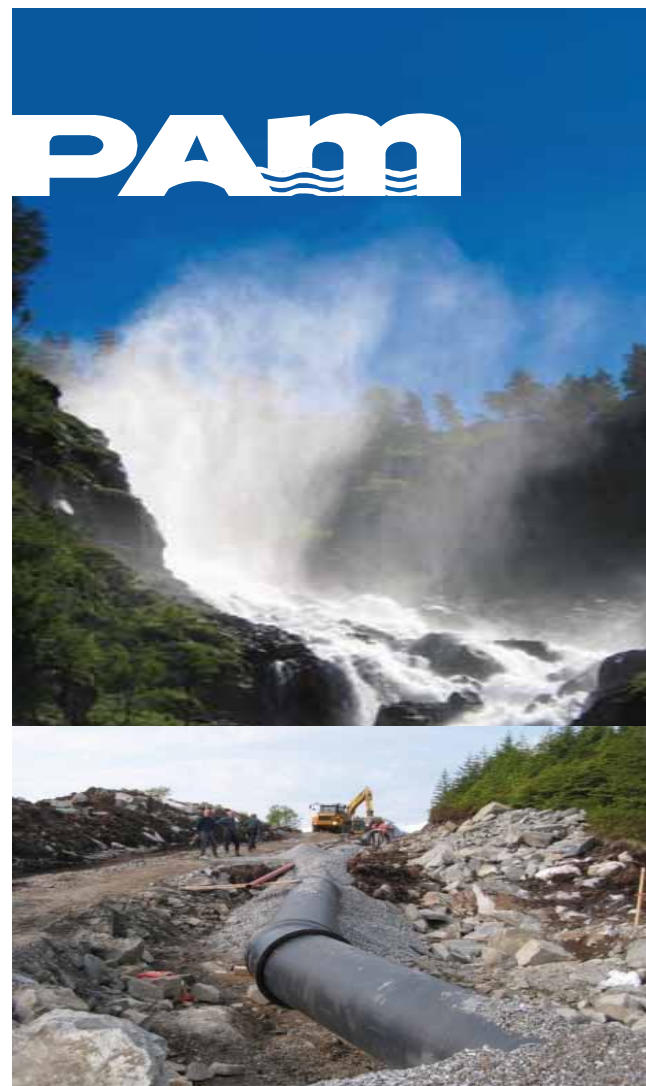


# HYDRO PAM

## **Sistemi in ghisa sferoidale per impianti idroelettrici: un connubio virtuoso per prestazioni ed eco-sostenibilità**

Bressanone, 14 maggio 2019

**Alessandro Giusto**  
Responsabile Ufficio Tecnico Commerciale





**Introduzione:** sviluppo sostenibile, il prodotto

**1** Soluzione HYDROPAM

**2** Prestazioni delle tubazioni e dei raccordi

**3** Gamma delle tubazioni e dei raccordi

**4** Tecnologia delle giunzioni

**5** Gamma delle apparecchiature idrauliche

**6** Servizi PAM

**7** Referenze

**Conclusione:** sviluppo sostenibile, progettazione secondo TCO ed LCA



**SVILUPPO SOSTENIBILE**

# HYDRO

## L'ACQUA, IL FUOCO, LA GHISA, L'ENERGIA

L'energia idraulica generata dalla caduta di una massa d'acqua all'interno di una condotta, trasformata in energia elettrica mediante una turbina collegata a un alternatore, è rapidamente trasportabile, non produce né rifiuti né gas inquinanti e risulta attualmente la meno cara da produrre. Per questi motivi si colloca al primo posto tra le energie rinnovabili.

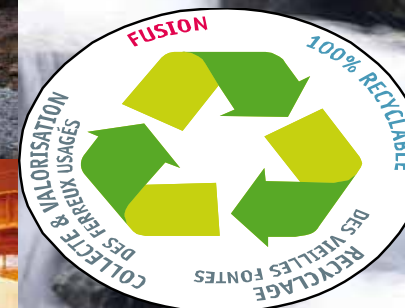
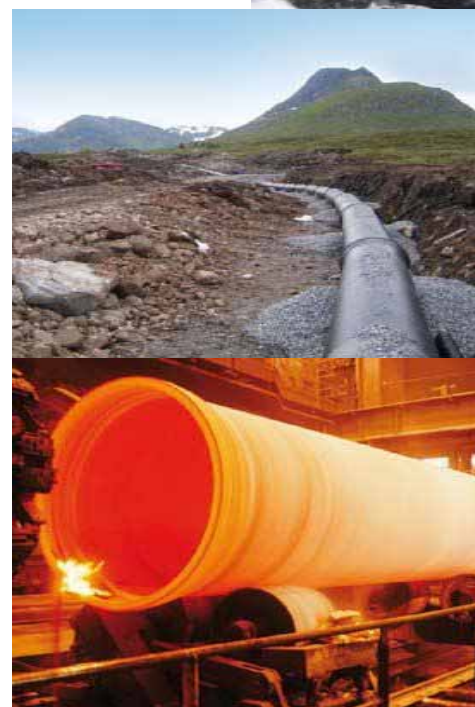
Da decenni, Saint-Gobain PAM è uno dei principali soggetti impegnati nello sviluppo di energia idroelettrica grazie alla sua gamma di tubazioni in ghisa sferoidale **HYDROPAM** utilizzata per la realizzazione di condotte forzate.

A partire da un serbatoio situato a monte, **HYDROPAM** conduce l'acqua fino alla turbina installata a valle. In funzione dell'altezza della caduta e della portata dell'acqua, la condotta può essere sottoposta a pressioni molto alte nella sua parte inferiore.

Le condotte **HYDROPAM**, grazie alla robustezza della ghisa sferoidale e alla sua eccezionale resistenza alla pressione e all'abrasione, costituiscono una soluzione ideale, frutto di oltre un secolo di esperienza.

Le condotte **HYDROPAM**, disponibili in DN da 60 a 2000 mm, sono riciclabili al 100% e hanno un ciclo di vita superiore a cento anni.

**HYDROPAM**



# 01 SOLUZIONE HYDROPAM

## HYDROPAM

Soluzione completa per  
centrali idroelettriche

### SOLUZIONE HYDROPAM

HYDROPAM è UN'OFFERTA COMPLETA DI SOLUZIONI  
DEDICATE ALLE CENTRALI IDROELETTRICHE:

- Tubi, Raccordi ed Accessori.
- Apparecchiature idrauliche.
- Supporto tecnico.



#### ① Valvola di ingresso

Valvola a ghigliottina situata a monte del cono di penetrazione

#### ② Cono di penetrazione

Dispositivo di ammissione con profilo idrodinamico con deboli perdite di carico (parzialmente ancorato all'opera civile)

#### ③ Manicotto di ancoraggio

Connesso al cono di penetrazione (parzialmente ancorato all'opera civile)

#### ④ Valvola di testa

Valvola a farfalla di sicurezza con contrappeso

#### ⑤ Giunto di smontaggio a tre flange

Dispositivo per eventuale smontaggio della farfalla

#### ⑥ Sfiato a tripla funzione

Dispositivo per il degasaggio della condotta

#### ⑦ Tubi in ghisa sferoidale

Tubi forniti in diverse classi di pressione, con o senza giunti antisfilamento, in funzione della pressione statica e della pendenza

#### ⑧ Blocco di ancoraggio

Eventuale dispositivo per l'ancoraggio della condotta

#### ⑨ Valvola di scarico sincrono

Valvola a fuso per lo svuotamento controllato o lo scarico sincrono della condotta con alta pressione, senza cavitazione.

#### ⑩ Valvola di macchina

Valvola a farfalla di sicurezza con contrappeso a protezione della turbina

**PAM**  
SAINT-GOBAIN



## PRESTAZIONI DELLE TUBAZIONI E DEI RACCORDI

**HYDROPA**

Soluzione completa per  
centrali idroelettriche

I raccordi, i giunti e gli accessori delle tubazioni in ghisa sferoidale sono conformi agli standard della normativa EN 545.

### Principali proprietà della ghisa sferoidale

Elasticità (*) Rp 0.2	300 Mpa
Resistenza alla rottura Rm	420 Mpa
Allungamento dopo la frattura	10 % per DN 40 a 1000, 7 % per DN 1100 a 2000
Capacità di allungamento	$1,7 \times 10^5 \text{ N/mm}^3$
Espansione termica	$1,1 \times 10^{-2} \text{ mm/m } ^\circ\text{C}$
Densità	$7,05 \text{ g/cm}^3$

(\*) 270 Mpa quando  $A \geq 12 \%$  per DN 40 a 1000 oppure  $A \geq 10 \%$  per DN > 1000



## PRESTAZIONI DELLE TUBAZIONI E DEI RACCORDI

**HYDRO PAM**

Soluzione completa per  
centrali idroelettriche

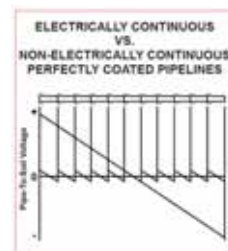
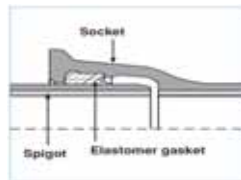
### Proprietà meccaniche stabili nel tempo

Queste caratteristiche meccaniche rimangono costanti durante l'intero ciclo di vita delle tubazioni interrate e rendono i tubi in ghisa sferoidale meno dipendenti dalla qualità di posa nel terreno. Infatti i tubi in ghisa sferoidale hanno una grande capacità di resistere alle cattive condizioni di posa, ai dissesti imprevisti del terreno e ai sovraccarichi estremi.

- **MONTAGGIO DELLA PRESTAZIONE e non COSTRUZIONE DELLA PRESTAZIONE**



- **NESSUNA MANUTENZIONE**



# PRESTAZIONI DELLE TUBAZIONI E DEI RACCORDI

**HYDRO PAM**

Soluzione completa per  
centrali idroelettriche

## Terreni rocciosi

Sebbene le regole per la posa richiedano di limitare il più possibile l'impatto di rocce sui tubi, la ghisa sferoidale è conosciuta per essere resistente e adatta alla posa in ambienti rocciosi. Questo spiega il suo utilizzo diffuso nelle aree di montagna.

Coatings	Common Resistance	Accepted Buckles					
		granular limestone	other than limestone				
 Red/Blue (Zinc-aluminum + Epoxy blue)	Résistivité mini 500 ohm x cm	 0-31,5 (1) Part 63 mm inf à 2%	 0-16 Part 32 mm inf à 2%	 TT PE (polyéthylène extrudé)	100% des sols	 0-6,3 (3) Part 12 mm inf à 2%	 0-4 Part 8 mm inf à 2%
 Black/White (Zinc + bitume) (Zinc + Epoxy rouge)	Résistivité mini 2500 ohm x cm	 0-31,5 (1) Part 63 mm inf à 2%	 0-16 Part 32 mm inf à 2%	 TT PUK (polyuréthane + extrudés époxy)	100% des sols	 0-6,3 (3) Part 12 mm inf à 2%	 0-4 Part 8 mm inf à 2%
 White/Red (Zinc + bitume + manché PE) (Zinc + Epoxy rouge + manché PE)	100% des sols	 0-2 (2) Sable	 0-2 Sable	 ZARU (recouvert de ciment fibres)	100% des sols	 0-63 Part 100 mm inf à 2%	 0-63 Part 100 mm inf à 2%



## 03 GAMMA DELLE TUBAZIONI E DEI RACCORDI

**HYDRO PAM**

Soluzione completa per  
centrali idroelettriche

Saint-Gobain PAM offre una vasta gamma di tubazioni con diametri da 60 a 2000 mm, accompagnata da una gamma completa di raccordi e accessori.

### CLASSIFICAZIONE

#### Per rivestimento interno

- Malta di cemento d'altoforno
- Malta di cemento alluminoso
- Poliuretano

#### Per rivestimento esterno

- CLASSICO (Zn 200g/m<sup>2</sup> + vernice sintetica)
- ZINALIUM (lega ZnAl 400 g/m<sup>2</sup> + vernice epossidica)
- bioZINALIUM (lega ZnAlCu 400 g/m<sup>2</sup> + vernice acrilica all'acqua)
- TT (Tutti Terreni, polietilene estruso, poliuretano, cemento)

#### Per tipologia di giunto

- Elastico automatico STANDARD (tubazioni)
- Elastico meccanico EXPRESS (raccordi)
- ANTISFILAMENTO





# 03 GAMMA DELLE TUBAZIONI E DEI RACCORDI

**HYDRO PAM**

Soluzione completa per centrali idroelettriche

Saint-Gobain PAM offre una vasta gamma di tubazioni con diametri da 60 a 2000 mm, accompagnata da una gamma completa di raccordi e accessori.

## TIPOLOGIE DI RIVESTIMENTI

### Rivestimenti interni



Principio di funzionamento: protezione attiva

- Cemento d'altoforno EN545
- Cemento alluminoso EN598
- Poliuretano EN15655



Questo tipo di rivestimento permette:

- eccellente resistenza alle abrasioni da parte di acque non trattate contenenti particelle solide (deposito di sabbia)
- eccellente resistenza alle operazioni di pulizia meccanica e chimica
- eccellente resistenza alla compressione, trazione e all'eventuale ovalizzazione della tubazione.



## GAMMA DELLE TUBAZIONI E DEI RACCORDI

**HYDRO PAM**

Soluzione completa per  
centrali idroelettriche

Saint-Gobain PAM offre una vasta gamma di tubazioni con diametri da 60 a 2000 mm, accompagnata da una gamma completa di raccordi e accessori.

### TIPOLOGIE DI RIVESTIMENTI

#### Rivestimenti esterni



- Zn 200 gr/m<sup>2</sup>  
**DN1000-2000 CLASSIC**
- Lega Zn-Al 400 gr/m<sup>2</sup>  
**DN60-1000 ZINALIUM**
- Lega Zn-Al-Cu 400 gr/m<sup>2</sup>  
**DN60-600 bioZINALIUM**
- Rivestimenti speciali



# 03 GAMMA DELLE TUBAZIONI E DEI RACCORDI

**HYDRO PAM**

Soluzione completa per  
centrali idroelettriche

Saint-Gobain PAM offre una vasta gamma di tubazioni con diametri da 60 a 2000 mm, accompagnata da una gamma completa di raccordi e accessori.

Rivestimenti esterni speciali

## TIPOLOGIE DI RIVESTIMENTI



- Polietilene coestruso



- Poliuretano



- Malta cementizia



## GAMMA DELLE TUBAZIONI E DEI RACCORDI

**HYDRO PAM**

Soluzione completa per  
centrali idroelettriche

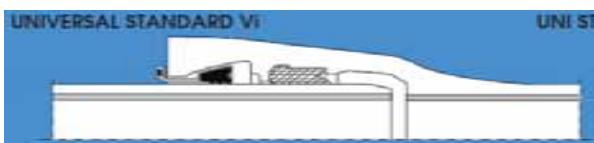
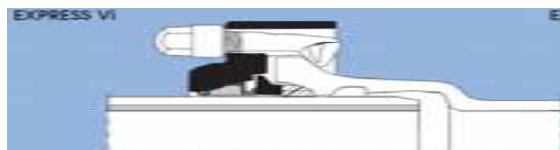
Saint-Gobain PAM offre una vasta gamma di tubazioni con diametri da 60 a 2000 mm, accompagnata da una gamma completa di raccordi e accessori.

### TIPOLOGIE DI GIUNZIONI

#### Giunti non antisfilamento



#### Giunti antisfilamento





# 04 TECNOLOGIA DELLE GIUNZIONI

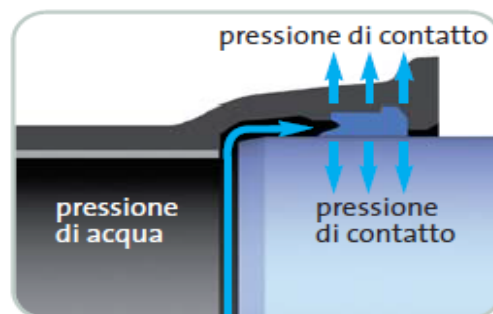
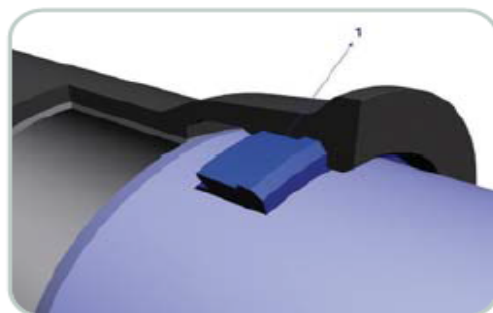
**HYDRO PAM**

Soluzione completa per  
centrali idroelettriche

Saint-Gobain PAM offre una vasta gamma di tubazioni con diametri da 60 a 2000 mm, accompagnata da una gamma completa di raccordi e accessori.

## TIPOLOGIE DI GIUNZIONI

### Giunto STANDARD



**Giunto STANDARD:**  
*il giunto STANDARD è un giunto di tipo elastico automatico. La tenuta è assicurata dalla compressione radiale della guarnizione in gomma di tipo EPDM (1). La pressione di contatto tra la guarnizione e il metallo, e quindi la tenuta idraulica, aumenta all'aumentare della pressione dell'acqua grazie al profilo divergente della guarnizione stessa.*



# 04 TECNOLOGIA DELLE GIUNZIONI

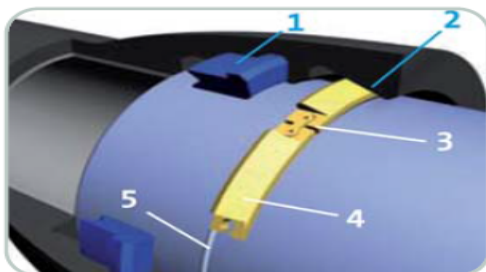
**HYDRO PAM**

Soluzione completa per  
centrali idroelettriche

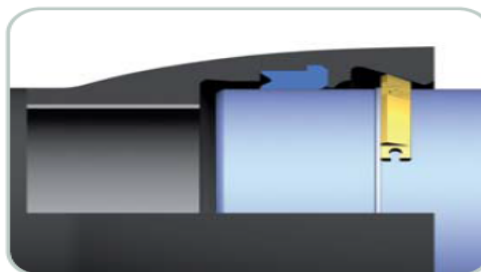
Saint-Gobain PAM offre una vasta gamma di tubazioni con diametri da 60 a 2000 mm, accompagnata da una gamma completa di raccordi e accessori.

## TIPOLOGIE DI GIUNZIONI

### Giunto UNIVERSAL STANDARD Ve



### Facilità di ancoraggio



#### Giunti UNIVERSAL STANDARD Ve:

*Il giunto antisifilamento UNIVERSAL STANDARD Ve unisce i vantaggi dei giunti a bicchiere con quelli dei giunti saldati. Le tubazioni dispongono di un bicchiere a doppia camera: quella più interna deputata alla sola funzione di tenuta idraulica, quella più esterna alla sola funzione antisifilamento. Funzione di tenuta idraulica: la pressione di contatto tra la guarnizione STANDARD situata nella prima camera del tubo e il metallo, e quindi la tenuta idraulica, aumenta all'aumentare della pressione dell'acqua (1). Funzione antisifilamento: ottenuta imprigionando l'anello antisifilamento (3+4) tra la camera esterna del bicchiere e il cordone di saldatura presente sull'estremo liscio del tubo (5).*



# TECNOLOGIA DELLE GIUNZIONI

**HYDRO PAM**

Soluzione completa per  
centrali idroelettriche

Saint-Gobain PAM offre una vasta gamma di tubazioni con diametri da 60 a 2000 mm, accompagnata da una gamma completa di raccordi e accessori.

## CLASSI DI PRESSIONE

EN545:2010

Table 16 — Dimensions of preformed pipe pressure classes

DN	External diameter DE		Pressure Class	Minimum wall thickness e
	Nominal	Limit deviations		
40	56	+1/-1.2	40	3.0
50	66	+1/-1.2	40	3.0
60	77	+1/-1.2	40	3.0
65	82	+1/-1.2	40	3.0
80	96	+1/-2.7	40	3.0
100	118	+1/-2.8	40	3.0
125	144	+1/-2.8	40	3.0
150	175	+1/-2.9	40	3.0
200	222	+1/-3.0	40	3.0
250	274	+1/-3.1	40	3.0
300	326	+1/-3.3	40	4.6
350	378	+1/-3.4	30	4.7
400	429	+1/-3.5	30	4.8
450	480	+1/-3.6	30	5.1
500	532	+1/-3.8	30	5.6
600	636	+1/-4.0	30	6.7
700	738	+1/-4.3	25	6.8
800	842	+1/-4.5	25	7.5
900	945	+1/-4.8	25	8.4
1 000	1 048	+1/-5.0	25	9.3
1 100	1 152	+1/-5.0	25	10.2
1 200	1 255	+1/-5.8	25	11.1
1 400	1 462	+1/-6.6	25	12.9
1 500	1 565	+1/-7.0	25	13.9
1 600	1 668	+1/-7.4	25	14.8
1 800	1 875	+1/-8.2	25	16.6
2 000	2 082	+1/-9.0	25	18.4

Table 17 — Dimensions of pipes

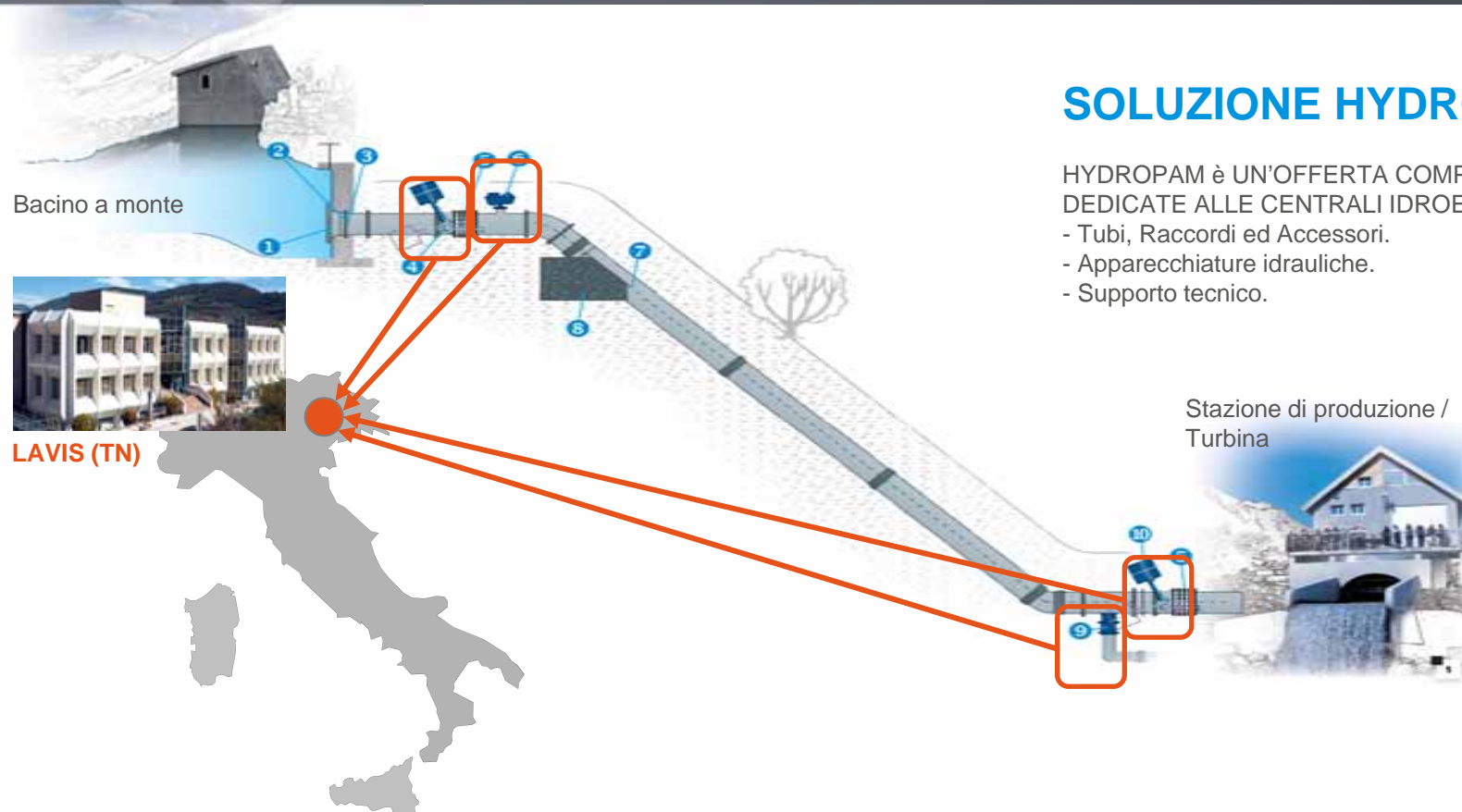
DN	External diameter DE		Minimum wall thickness e						
	Nominal	Limit deviations	Class 20	Class 25	Class 30	Class 40	Class 50	Class 64	Class 100
40	56	+1/-1.2				3.0	3.0	4.0	4.7
50	66	+1/-1.2				3.0	3.0	4.0	4.7
60	77	+1/-1.2				3.0	3.0	4.0	4.7
65	82	+1/-1.2				3.0	3.0	4.0	4.7
80	96	+1/-2.7				3.0	3.0	4.0	4.7
100	118	+1/-2.8				3.0	3.0	4.0	4.7
125	144	+1/-2.8				3.0	3.0	4.0	5.0
150	175	+1/-2.9				3.0	3.0	4.0	5.9
200	222	+1/-3.0				3.1	3.9	5.0	7.7
250	274	+1/-3.1				3.9	4.8	6.1	9.0
300	326	+1/-3.3				4.6	5.7	7.3	11.2
350	378	+1/-3.4			4.7	5.3	6.6	8.5	13.0
400	429	+1/-3.5			4.8	6.0	7.5	9.6	14.8
450	480	+1/-3.6			5.1	6.6	8.4	10.7	16.6
500	532	+1/-3.8			5.6	7.5	9.3	11.9	18.3
600	636	+1/-4.0			6.7	8.9	11.1	14.2	21.9
700	738	+1/-4.3		6.8	7.8	10.4	13.0	16.5	
800	842	+1/-4.5		7.5	8.9	11.9	14.8	18.6	
900	945	+1/-4.8		8.4	10.0	13.3	16.6		
1 000	1 048	+1/-5.0		9.3	11.1	14.8	18.4		
1 100	1 152	+1/-5.0	8.2	10.2	12.2	16.2	20.2		
1 200	1 255	+1/-5.8	8.8	11.1	13.3	17.7	22.0		
1 400	1 462	+1/-6.6	10.4	12.9	15.5				
1 500	1 565	+1/-7.0	11.1	13.9	16.6				
1 600	1 668	+1/-7.4	11.9	14.8	17.7				
1 800	1 875	+1/-8.2	13.0	16.6	19.9				
2 000	2 082	+1/-9.0	14.8	18.4	22.1				



## GAMMA APPARECCHIATURE IDRAULICHE

# HYDRO PAM

Soluzione completa per  
centrali idroelettriche



## SOLUZIONE HYDROPAM

HYDROPAM è UN'OFFERTA COMPLETA DI SOLUZIONI  
DEDICATE ALLE CENTRALI IDROELETTRICHE:

- Tubi, Raccordi ed Accessori.
- Apparecchiature idrauliche.
- Supporto tecnico.

**PAM**  
SAINT-GOBAIN



## GAMMA APPARECCHIATURE IDRAULICHE

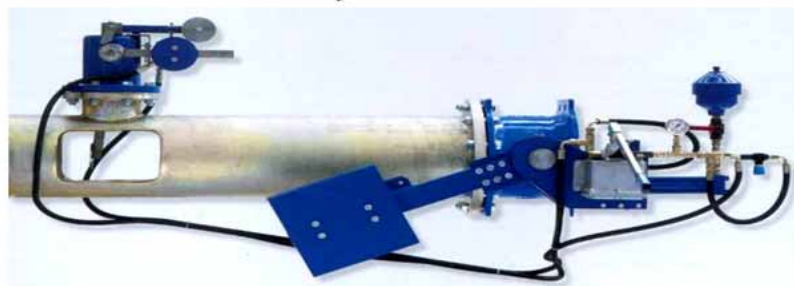
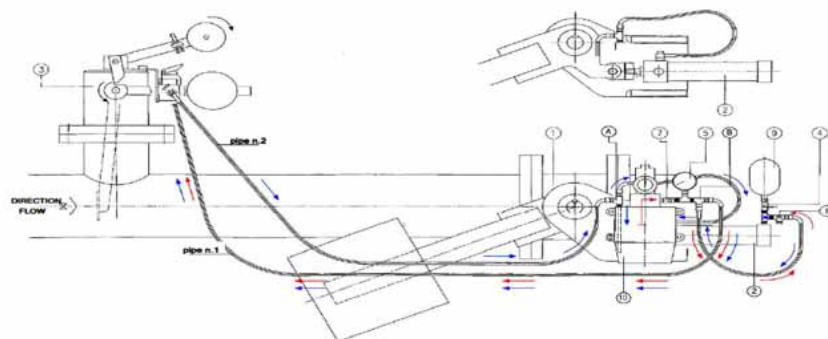
**HYDRO**PAM

Soluzione completa per  
centrali idroelettriche

### Valvole a farfalla di sicurezza

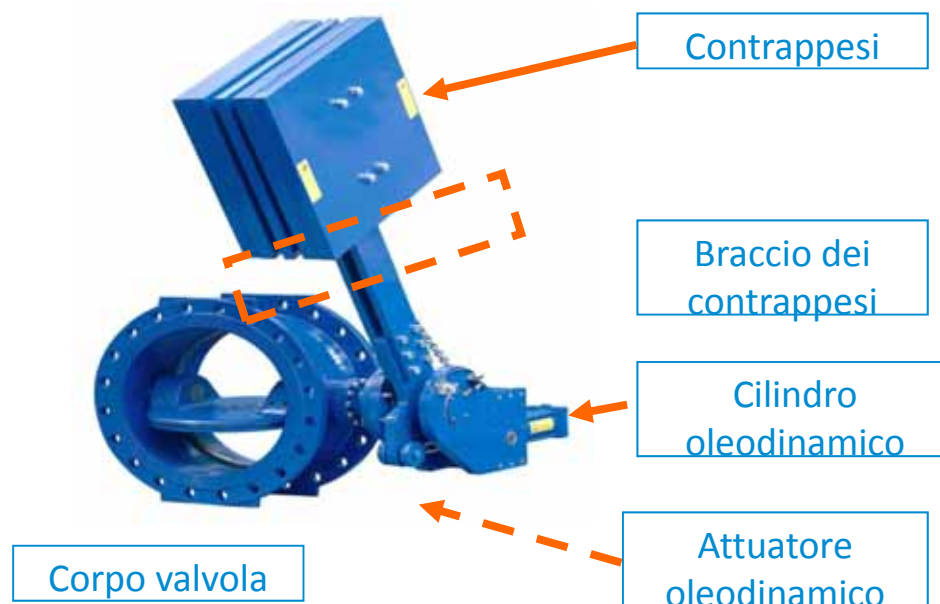
DN 150-1600 PN 10-16-25

DN 1800-2000 PN 10-16



**PAM**  
SAINT-GOBAIN

### Valvole a farfalla di sicurezza



I contrappesi e le dimensioni del braccio sono disegnati su  
domanda:

- Tempo di reazione
- Spazio nella camera di manovra



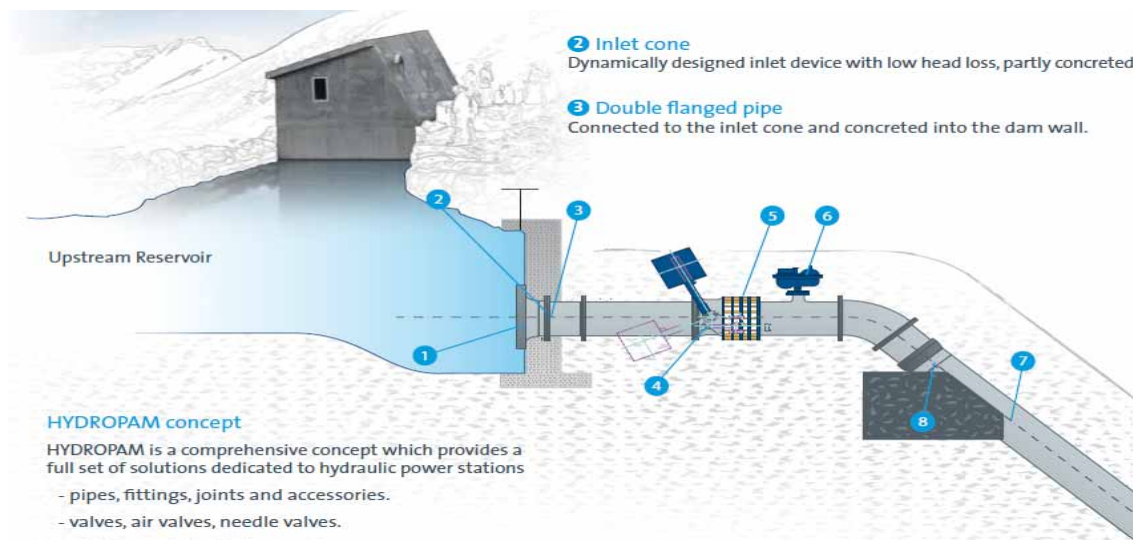
## 05 GAMMA APPARECCHIATURE IDRAULICHE

**HYDRO**PAM

Soluzione completa per  
centrali idroelettriche

### Valvole a farfalla di sicurezza

#### Valvola di testa



- A valle del bacino in testa alla condotta idroelettrica
- Chiude in caso di rottura della condotta
- Pressioni di esercizio molto basse

**PAM**  
SAINT-GOBAIN

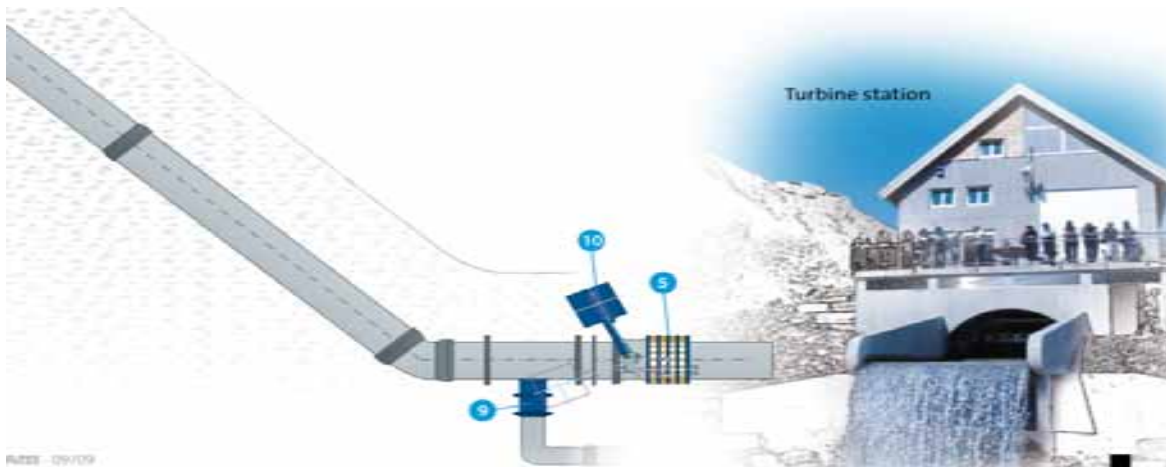
## 05 GAMMA APPARECCHIATURE IDRAULICHE

**HYDRO**PAm

Soluzione completa per  
centrali idroelettriche

### Valvole a farfalla di sicurezza

#### Valvola di macchina



- A monte della turbina
- Chiude in caso di black-out per evitare danni alla turbina
- Pressioni di esercizio molto alte

**PAm**  
SAINT-GOBAIN



## GAMMA APPARECCHIATURE IDRAULICHE

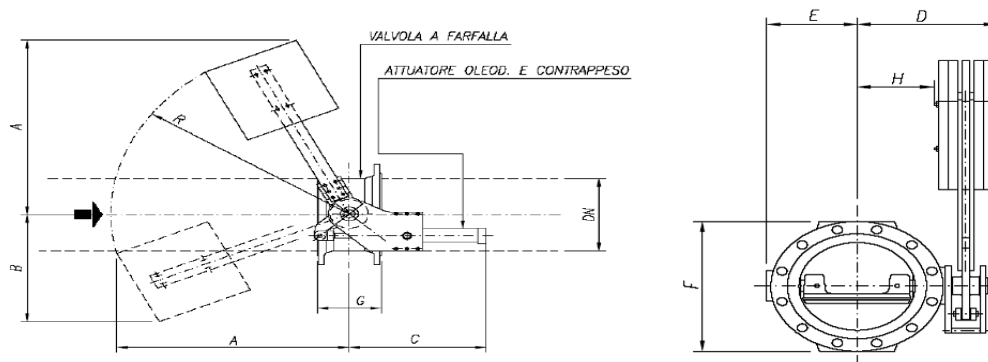
**HYDRO PAM**

Soluzione completa per  
centrali idroelettriche

### Valvole a farfalla di sicurezza

#### Configurazioni possibili

Posizionamento del meccanismo della valvola rispetto al corpo valvola



1. Standard: destra monte
2. Standard reverse: sinistra valle → no extraprezzo
3. Non Standard: destra valle e sinistra monte → extraprezzo secondo i DN

**PAM**  
SAINT-GOBAIN

# 05 GAMMA APPARECCHIATURE IDRAULICHE

**HYDRO PAm**

Soluzione completa per  
centrali idroelettriche

## Valvole a farfalla di sicurezza

### Versioni disponibili

Versione	Componenti della valvola	Accessori di controllo
<b>Base</b>	Valvola a farfalla Attuatore oleodinamico cilindro + contrappesi	
<b>Manuale</b>	come versione Base	<ul style="list-style-type: none"><li>• Rilevatore di velocità a palmola</li><li>• Pompa e circuito di regolazione manuale</li></ul>
<b>Controllo remoto</b>	come versione Base	<ul style="list-style-type: none"><li>• Rilevatore di velocità a palmola</li><li>• Sistema di regolazione elettrico</li><li>• Unità di regolazione oleodinamica</li></ul>
<b>Controllo remoto</b>	come versione Base	<ul style="list-style-type: none"><li>• Rilevatore di velocità a palmola</li><li>• Sistema di regolazione elettrico</li><li>• Unità di regolazione oleodinamica</li><li>• Quadro elettrico</li></ul>

**PAm**  
SAINT-GOBAIN

# 05 GAMMA APPARECCHIATURE IDRAULICHE

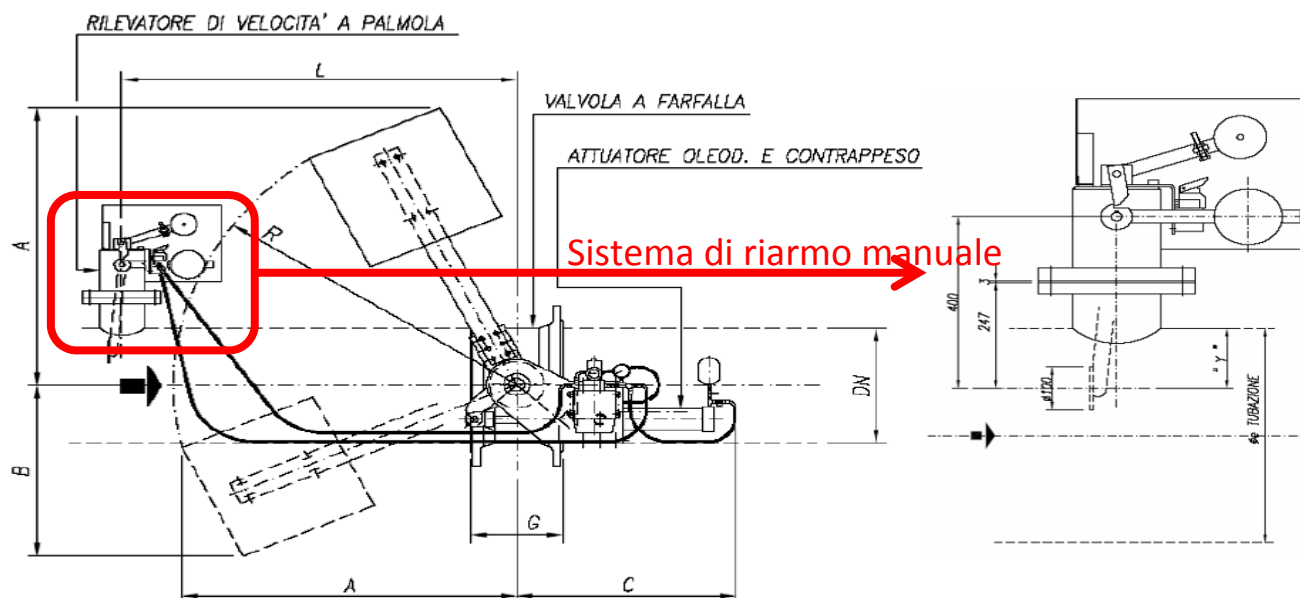
**HYDRO**PAm

Soluzione completa per  
centrali idroelettriche

## Valvole a farfalla di sicurezza

Velocità di intervento prevista:

- 0,5 - 3 m/s con palmola intera
- Fino a 5 m/s con palmola tagliata



DN	L (mm)	DN	L (mm)
150	1200	1200	1600
200	1200	1400	1600
250	1200	1600	1700
300	1300	1800	1700
350	1300	1800	1800
400	1300	2000	1800
450	1300		
500	1300		
600	1400		
700	1400		
800	1400		
900	1500		
1000	1500		

**PAm**  
SAINT-GOBAIN

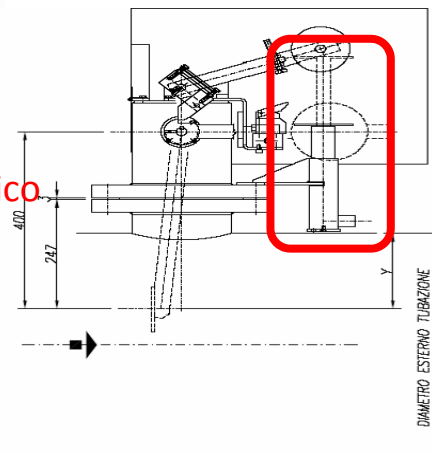
# GAMMA APPARECCHIATURE IDRAULICHE

**HYDRO**PAM

Soluzione completa per  
centrali idroelettriche

## Valvole a farfalla di sicurezza

Versione Controllo remoto



Più:

- Unità di regolazione oleodinamica
- Quadro elettrico



**PAM**  
SAINT-GOBAIN



# 05 GAMMA APPARECCHIATURE IDRAULICHE

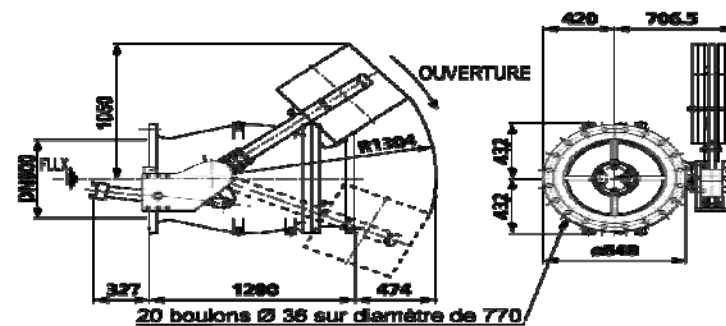
**HYDRO**PAm

Soluzione completa per  
centrali idroelettriche

## Valvola a fuso di scarico sincrono

DN 100 - 1000 PN 10-16-25

DN 1200 - 1400 PN 10-16



**PAm**  
SAINT-GOBAIN

## 05 GAMMA APPARECCHIATURE IDRAULICHE

**HYDRO**PAm

Soluzione completa per  
centrali idroelettriche

### Sfiati automatici

#### Gamma sfiati automatici

- DEGASAGGIO
  - **DN: 3/4", 1", 40-50-60-65**  
(con flangia multiforo, nippo, valvola a sfera)
- DOPPIA FUNZIONE
  - **DN: 1", 50, 60-65, 80**
- TRIPLA FUNZIONE
  - **DN: 50, 60-65, 80, 100, 150**



**PAm**  
SAINT-GOBAIN

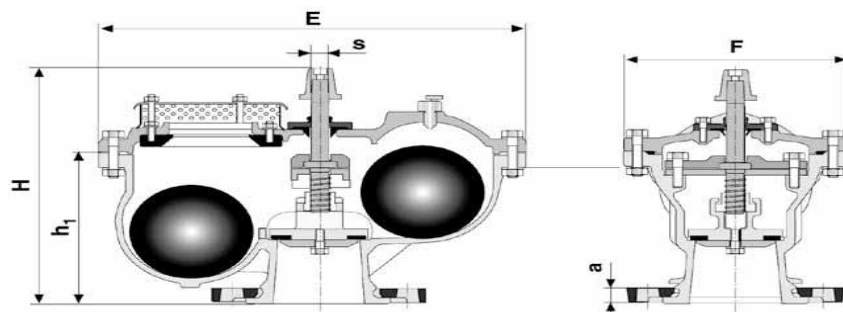
# 05 GAMMA APPARECCHIATURE IDRAULICHE

**HYDRO PAM**

Soluzione completa per  
centrali idroelettriche

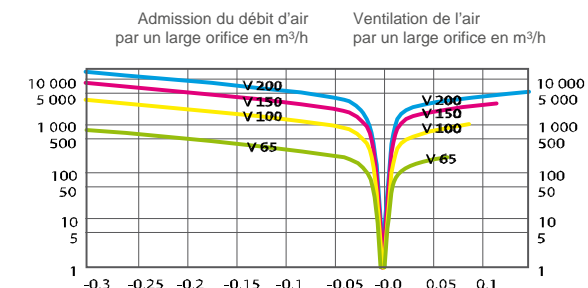
## Sfiati automatici a tripla funzione

Tipo Ventex DN65-200 PN 10-16-25



DN	E	F	H	h1	a	s	Poids
65	390	200	258	165	20	15,3	24
80-100	467	244	300	215	20	15,3	40
150	656	405	492	285	24	18,5	115
200	737	448	580	330	29	20,7	170

## Funzione riempimento-svuotamento



**PAM**  
SAINT-GOBAIN

## 05 GAMMA APPARECCHIATURE IDRAULICHE

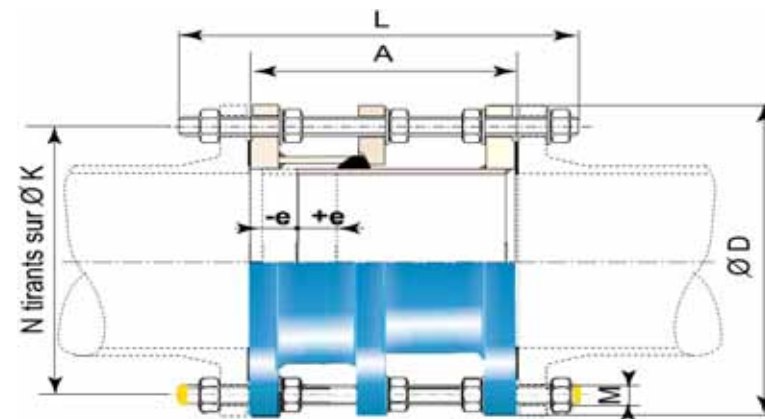
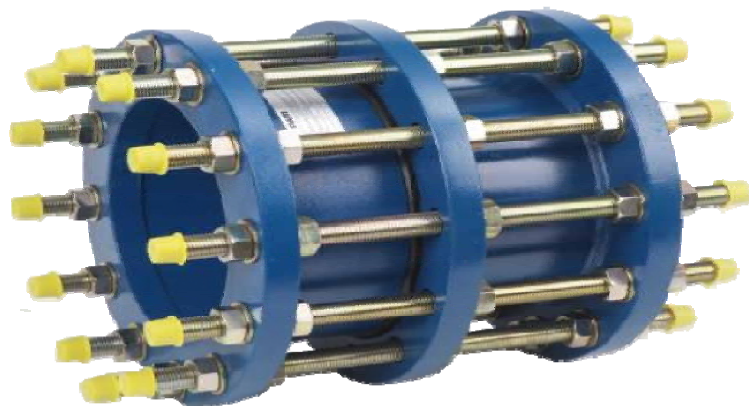
**HYDRO**PAm

Soluzione completa per  
centrali idroelettriche

### Giunti di smontaggio a tre flange

DN40-2000 PN 10-25

- Corpo e tiranti in acciaio al carbonio EN 10025 S235JRG2 o in ghisa sferoidale
- Giunto in elastomero EPDM
- Rivestimento époxy 250 µm



**PAm**  
SAINT-GOBAIN



## GAMMA APPARECCHIATURE IDRAULICHE

**HYDRO**PAm

Soluzione completa per  
centrali idroelettriche

### Geoflex

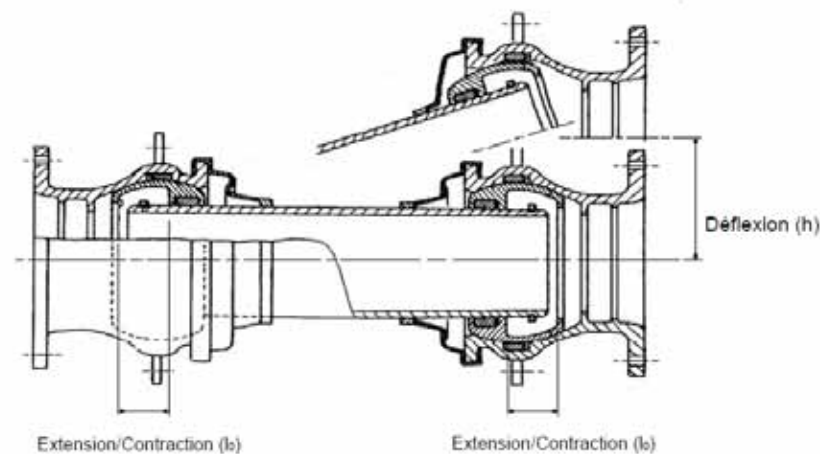
Giunto per l'assorbimento di tutti i movimenti  
che una condotta può subire



**Espansione e contrazione**

**Subsidenza**

**Deviazione rotazionale**



**PAm**  
SAINT-GOBAIN

# 05 GAMMA APPARECCHIATURE IDRAULICHE

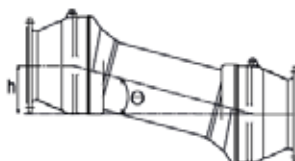
**HYDRO PAM**

Soluzione completa per  
centrali idroelettriche

## Geoflex : gamma

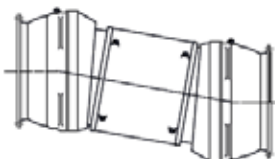
### GEOFLEX® DOUBLE BALL JOINT DN 100 to DN 1000

DN/OD	Deflection	Angular deflection	Expansion / contraction	Resistance to displacement
mm	h in mm	°	$I_e$ in mm	kN
100	100 to 600	$\pm 38^\circ$	100( $\pm 50$ )	300
150	100 to 600	$\pm 36^\circ$	160( $\pm 80$ )	450
200	100 to 600	$\pm 34^\circ$	160( $\pm 80$ )	600
250	100 to 600	$\pm 32^\circ$	160( $\pm 80$ )	750
300	100 to 600	$\pm 30^\circ$	200( $\pm 100$ )	900
350	100 to 600	$\pm 30^\circ$	200( $\pm 100$ )	1050
400	100 to 600	$\pm 30^\circ$	240( $\pm 120$ )	1200
450	100 to 600	$\pm 30^\circ$	240( $\pm 120$ )	1350
500	100 to 600	$\pm 30^\circ$	300( $\pm 150$ )	1500
600	100 to 600	$\pm 30^\circ$	300( $\pm 150$ )	1800
700	200 to 600	$\pm 30^\circ$	400( $\pm 200$ )	2100
800	200 to 600	$\pm 30^\circ$	400( $\pm 200$ )	2400
900	200 to 600	$\pm 30^\circ$	440( $\pm 220$ )	2700
1000	200 to 600	$\pm 30^\circ$	440( $\pm 220$ )	3000



### GEOFLEX® DOUBLE BALL JOINT DN 1100 to DN 1800

DN/OD	Deflection	Angular deflection	Expansion / contraction	Resistance to displacement
mm	h in mm	°	$I_e$ in mm	kN
1100	400	$\pm 20^\circ$	600(+350/-250)	3300
1200	400	$\pm 20^\circ$	600(+350/-250)	3600
1400	400	$\pm 20^\circ$	600(+350/-250)	4200
1500	400	$\pm 20^\circ$	600(+350/-250)	4500
1600	400	$\pm 20^\circ$	600(+350/-250)	4800
1800	500	$\pm 20^\circ$	600(+350/-250)	5400



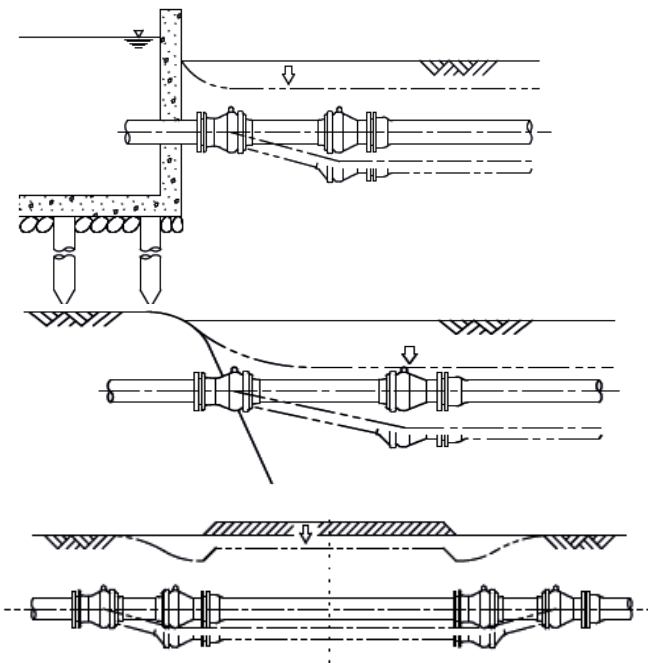
**PAM**  
SAINT-GOBAIN

## GAMMA APPARECCHIATURE IDRAULICHE

**HYDRO**PAm

Soluzione completa per  
centrali idroelettriche

### Geoflex: applicazioni



**PAm**  
SAINT-GOBAIN

### La nostra esperienza

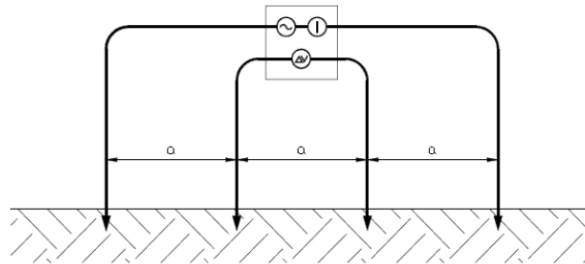
L'Ufficio Tecnico-Commerciale di PAM è pronto a fornire assistenza dalle fasi progettuali alla fase di posa della condotta:

- Studio geoelettrico del terreno e scelta del giusto rivestimento delle tubazioni
- Progettazione idraulica
- Calcolo blocchi di ancoraggio
- Calcolo lunghezze antisfilamento
- Soluzioni per forti pendenze
- Computo metrico
- Verifica statica della condotta
- Analisi comparative tra materiali
- Verifica e dimensionamento delle apparecchiature idrauliche
- Assistenza alla posa ed al collaudo
- ...



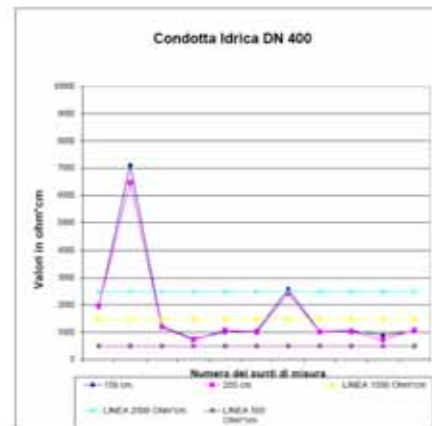
### Studio geoelettrico dei terreni

Metodo Wenner



TRATTI DA PROTEGGERE				
Dal punto di misura	Al punto di misura	Lunghezza mt.	DN	Tipo di rivestimento
1	3	1.000	DN400	NATURAL
3	5	1.400	DN400	TT
5	9	3.300	DN400	NATURAL
9	11	800	DN400	TT
Lunghezza totale esaminata ca. (m.)				6.500
Lunghezza totale da proteggere ca. (m.)				6.500
Lunghezza con rivestimento tipo Natural ca. (m.)				4300
Lunghezza con rivestimento tipo TT ca. (m.)				2.200

$$\rho = 2 \pi a L \quad \rho_g = \frac{\rho \text{ (misurato)}}{(1 + X(to - t))}$$



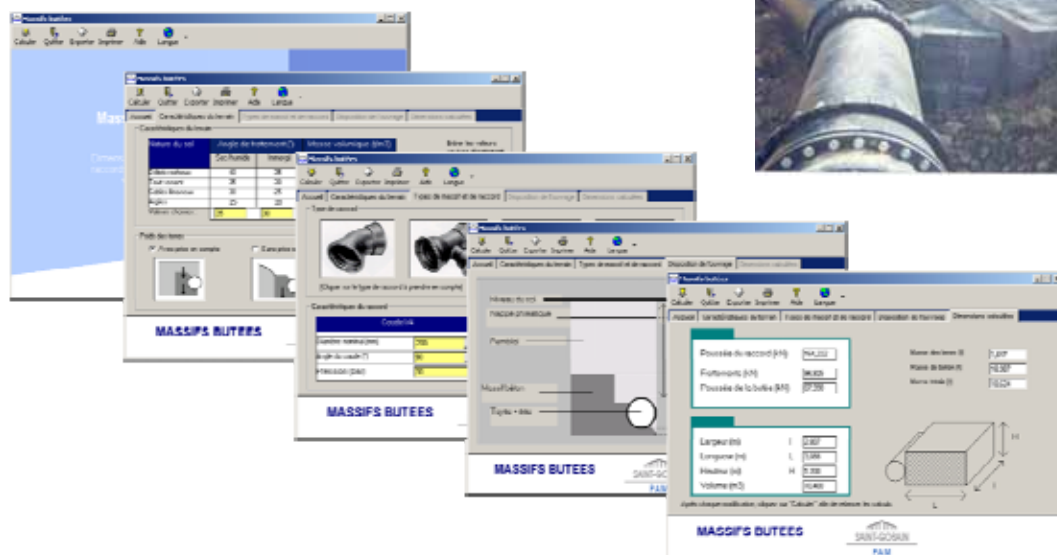


# 06 SERVIZI PAM

## HYDRO PAM

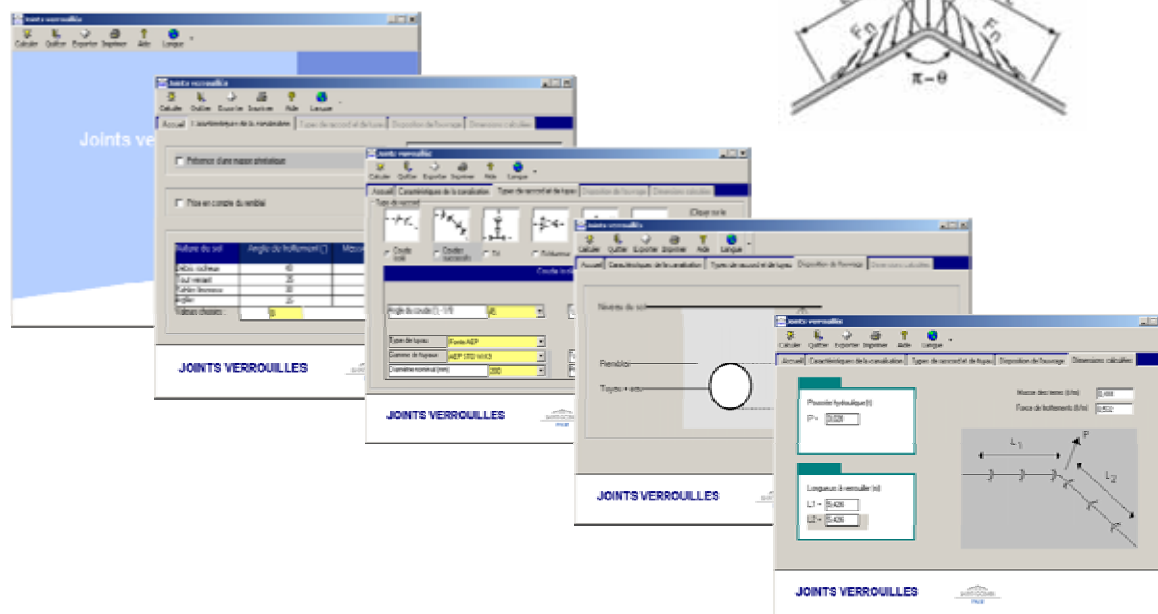
Soluzione completa per  
centrali idroelettriche

### Calcolo blocchi di ancoraggio



### Calcolo lunghezze antisfilamento

Metodo Alabama



## Soluzioni per forti pendenze

La posa in forte pendenza di una condotta in ghisa sferoidale può essere eseguita in due modi:

- realizzando dei blocchi di ancoraggio in cemento per ogni tubo
  - realizzando un blocco di ancoraggio in cemento in testa al tratto antisfilamento
- Al di sopra di una certa pendenza, gli attriti fra la condotta e i terreni sono insufficienti a sostenere la condotta. È quindi consigliabile equilibrare la componente assiale di gravità mediante l'utilizzazione di blocchi di ancoraggio o di giunti antisfilamento, con la possibilità di associare le due tecniche.
- Per semplicità, si ritiene che convenga ancorare una condotta quando l'inclinazione superi:
- 20% per una condotta aerea
  - 25% per una condotta interrata

### Ancoraggio tubo per tubo

Questa tecnica è adatta ad una posa aerea:

- un blocco di ancoraggio è posizionato dietro ad ogni bicchiere del tubo
- i bicchieri sono orientati verso monte, per favorire l'appoggio sui blocchi
- è opportuno lasciare un gioco di 10 mm fra l'estremità liscia e il fondo del bicchiere al fine di assorbire le dilatazioni

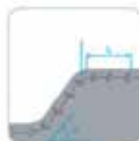


### Ancoraggio per mezzo di un tratto antisfilamento

Questa tecnica è adatta ad una posa interrata.

Essa consiste nell'ancorare un tratto di condotta antisfilamento:

- mediante un blocco di ancoraggio posto in testa al tratto dietro il bicchiere del primo tubo a monte
- o per un tratto antisfilamento (L) supplementare installato nella parte piana dietro alla curva altimetrica



Il massimo sforzo assiale è sopportato dal primo giunto antisfilamento a valle del blocco. Questo sforzo è funzione della pendenza, ma anche della lunghezza del tratto antisfilamento. La massima lunghezza ammissibile deve dunque essere definita dalla massima resistenza del giunto antisfilamento.

Nota: se la lunghezza del pendio è superiore a quella ammissibile del tratto antisfilamento, è possibile realizzare la discesa in più tratti indipendenti, ognuno dei quali ancorato in testa da un blocco di cemento. In tal caso, l'antisfilamento deve essere interrotto fra ogni tratto.

Consiglio per l'esecuzione: è tassativo effettuare la posa scendendo dal punto più elevato, in modo che i giunti antisfilamento si posizionino da soli in estensione.

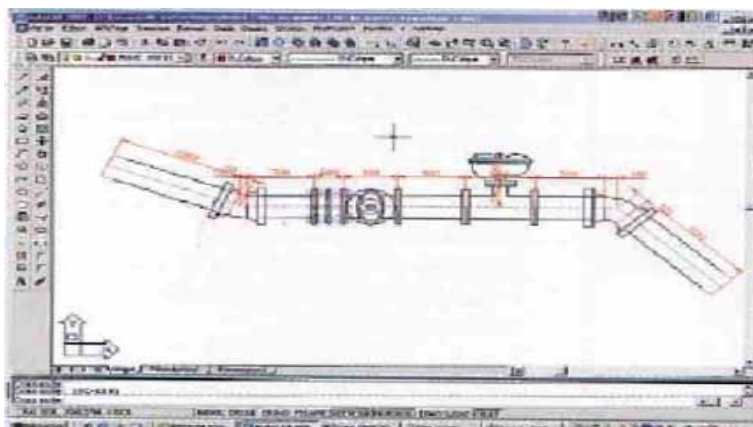


## SERVIZI PAM

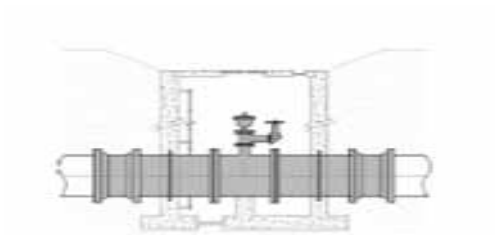
# HYDRO PAM

Soluzione completa per  
centrali idroelettriche

### Progettazione: computo metrico



PAMCAD





## Progettazione: calcoli idraulici

L'esperienza ha dimostrato che un coefficiente di scabrezza pari a 0,1 mm rappresenta un valore ragionevole (indipendentemente dal rivestimento interno) per le tubazioni di distribuzione, mentre per tubazioni grandi di adduzione con poche guarnizioni per chilometro è più adatto un valore leggermente inferiore (da 0,06 a 0,08 mm).

La ragione è la seguente. La perdita di carico risulta dalla somma di tre effetti:

- la frizione dell'acqua stessa (legata alla viscosità dell'acqua =  $2.51/Re \lambda^{1/2}$ )
- la frizione dell'acqua sulla parete del tubo (legata alla ruvidità =  $k/3.71 D$ )
- le variazioni locali del flusso (curve, giunzioni, ecc.)



La frizione interna dell'acqua (condizione a) costituisce la parte principale della perdita di carico. La frizione sulla parete del tubo (b) dipende soltanto dalla scabrezza del materiale ed è quindi molto minore (stimata ad un massimo del 7% della condizione a per un tubo in ghisa sferoidale rivestito in cemento).

Bisogna prestare poi una particolare attenzione all'influenza del diametro idraulico interno del tubo.

Materiale	DN	Dint mm	Portata m³/h	Coefficiente di scabrezza mm	Perdita di carico m/Km	Differenza rispetto alle condotte in ghisa sferoidale
Ghisa sferoidale	1200	1212	5200	0,1	0,86	-
Acciaio	1200	1171	5200	0,1	1,02	+18%
Vetroresina SN 1000 PN 10	1200	1181	5200	0,1	0,98	+13%

Location	Size Inches	Length Feet	Age Years	Hazen- Williams C
Baltimore, MD	12	909	18	136
Birmingham, AL	6	473	6	141
	6	473	14	138
	6	473	17	133
Catskill, NY	16	30,825	25	136
Champaign, IL	16	3,920	12	137
	16	2,900	22	139
	16	3,920	28	145
	16	3,920	36	139
Charleston, SC	6	300	12	146
	6	300	16	143
	8	300	51	131
	8	300	59	130
	8	300	77	130
	12	500	15	145
Chicago, IL	12	500	25	136
	36	7,200	12	151
Concord, NH	12	500	13	143
	12	500	29	140
	12	500	26	140
Dummers, MA	20	500	31	135
	20	500	38	133
Greenville, SC	30	87,400	13	148
	30	87,400	20	146
	30	50,700	19	148
	30	50,700	25	146
Greenville, TN	12	500	13	134
	12	500	29	137
	12	500	36	146
Knoxville, TN	10	500	16	134
	10	500	32	135
	10	500	39	138
Manchester, NH	12	550	5	142
	12	550	21	135
	12	1,955	45	133
Memphis, TN	10	1,070	31	135
Orange, CA	6	1,004	26	140
Safford, AZ	10	25,200	16	144
S. Burlington, VT	24	1,373	8	138
Seattle, WA	8	2,696	29	139
Tempe, AZ	6	1,235	24	144
Tacoma, WA	8	2,357	16	136
Winstar, OK	18	3,144	30	139





## Progettazione: analisi comparative tra materiali

### PERCHÉ SCEGLIERE LA GHISA SFEROIDALE ?

I vantaggi della ghisa sferoidale rispetto all'acciaio:

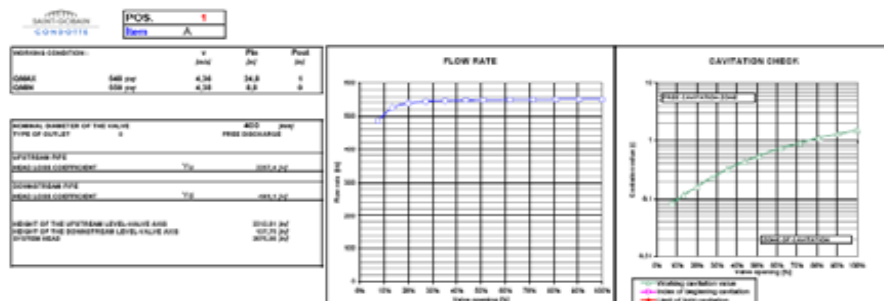
- tempi di posa ridotti e trincee meno complesse
- ampia gamma di raccordi che esclude le operazioni di saldatura e i relativi controlli oltre che il rischio di perdite lungo la condotta
- rivestimento esterno dei tubi in zinco concepito per resistere alla corrosione nel tempo senza protezione catodica
- ampia deviazione angolare che riduce il numero di raccordi e garantisce sicurezza supplementare in caso di movimenti o cedimenti del terreno di posa

Discontinuità elettrica tra un tubo e l'altro grazie alla guarnizione in elastomero	Ghisa sferoidale	Acciaio	I vantaggi della ghisa rispetto all'acciaio
Posa	Utilizzo di maestranze non specializzate	Utilizzo di maestranze specializzate	Costi e tempi di posa ridotti
Saldatura	Non prevista	Necessaria	Costi inferiori di realizzo e tempi di posa ridotti
Protezione catodica	Non prevista	Necessaria	Costi inferiori di realizzo e manutenzione
Deviazione angolare	Fino a 5°	Nessuna	Minor numero di raccordi, sicurezza della perfetta tenuta e adattabilità ai movimenti del terreno



## Verifica e dimensionamento apparecchiature idrauliche

**Fuso**



## Farfalle di sicurezza



SAINT-GOBAIN C-DOVITE		VALVOLE A FARFALLA DI SICUREZZA	
Diámetro nominal	1050	[mm]	
Presión nominal	10	[bar]	
Presión de ejercicio	3	[bar]	
Portata	2900	[m <sup>3</sup> /h]	V [m <sup>3</sup> /h] 3,31
Flange di attacco	F30	Rinforzato	Coppia ridotta
Tip. di attuatore elettromecc.	2	(1 = Standard - 2 = Rinforzato)	
Tip. di contrappeso	4	(3 = Coppia nominale - 4 = Cop.	
Allegaggio	160	[mm]	
Stelo	70	[mm]	
Coria	500	[mm]	
Braccio	250	[mm]	
Sezione alleggio	201,1	[cm <sup>2</sup> ]	
Pressione max. di esercizio	31	[bar]	
Pressione rich. alla centrale idraulica (+50%)	40	[bar]	
Coppia valvole a farfalla	5284	[Nm]	
Coppia attuatore elettromecc.	9193	[Nm]	
Platino di sicurezza	1,87	[mm]	OK



## 07 REFERENZE

**HYDRO**PAm

Soluzione completa per  
centrali idroelettriche

Tutti gli anni in **Europa** e nel **mondo intero** sono  
**più di 100 i progetti realizzati** per centrali  
idroelettriche con prodotti SAINT-GOBAIN PAM



# 07 REFERENZE

**HYDRO PAM**

Soluzione completa per  
centrali idroelettriche

## Alcune recenti realizzazioni in Italia ...

Regione	Nome / Luogo del lavoro	DN	Lunghezza
Trentino Alto Adige	Centrale torrente Meledrio a Dimaro (TN)	DN1000	1200 m
Trentino Alto Adige	Centrale Az. El. Storo (TN)	DN 800	1.500 m
Trentino Alto Adige	Centrale Carisolo Pinzolo (TN)	DN 1200	600 m
Trentino Alto Adige	Centrale Pellizzano (TN)	DN 500	1.000 m
Trentino Alto Adige	Centrale CEP Pozza di Fassa (TN)	DN 600	2.000 m
Trentino Alto Adige	Centrale Valle Aurina (BZ)	DN 600	2.500 m
Trentino Alto Adige	Centrale Funes (BZ)	DN 800	5.100 m
Trentino Alto Adige	Centrale Tassello (TN)	DN 900	615 m
Trentino Alto Adige	Centrale Folgarida (TN)	DN 100	10.700 m
Trentino Alto Adige	Centrale Stelvio-Trafoi (TN)	DN 1000	1.240 m
Trentino Alto Adige	Centrale Breien (BZ)	DN 900	4.650 m
Veneto	Centrale Borsoi (BL)	DN 700	1.600 m
Veneto	Centrale Valle di Cadore (BL)	DN 450	1.700 m
Lombardia	Centrale di Vione (BS)	DN 250	2.400 m
Lombardia	Centrale di Sonico (BS)	DN 250	3.800 m
Lombardia	Centrale di Vezza d'Oglio (BS)	DN 300	1.600 m
Toscana	Centrale Piastroso (LU)	DN 500	960 m
Toscana	Centrale Garfagnana (LU)	DN 900	1.300 m
Calabria	Centrale Mormanno (CS)	DN 400	2.200 m
Calabria	Centrale Martirano Lombardo (CS)	DN 500	2.650 m
Calabria	Centrale Sangineto (CS)	DN 600	350 m



# 07 REFERENZE

**HYDRO**PAm

Soluzione completa per  
centrali idroelettriche

## Partnership con i turbinisti e forniture apparecchiature...

Regione	Nome
Trentino Alto Adige	Turnbinnenbau Troyer
Trentino Alto Adige	Onton
Trentino Alto Adige	Tamanini
Trentino Alto Adige	Gufler
Veneto	Zeco
Lombardia	Avogadri
Lombardia	Eva
Lombardia	Sol
Lombardia	Bodeco
Lombardia	Eltech
Valle d'Aosta	CMF Pontey
Valle d'Aosta	Ronc
Valle d'Aosta	Micron
Piemonte	E++
Piemonte	Hydroenergia
Liguria	Gea Orenge
Liguria	Watergenpower
Calabria	Varat
Calabria	Grimaldi





## 07 REFERENZE

**HYDRO PAM**

Soluzione completa per  
centrali idroelettriche

### Centrale E-Werk Breien Consortial GmbH - Breien (BZ)

Tubazioni utilizzate:

- 1.303 m DN900 STANDARD C30
- 550 m DN900 STANDARD C40
- 2.780 m DN900 UNIVERSAL STANDARD VE C30

Salto: 340 metri

Turbina: Pelton orizzontale

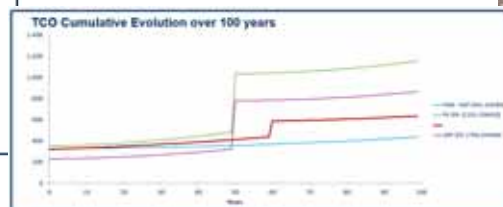
Potenza: 1.555 kW



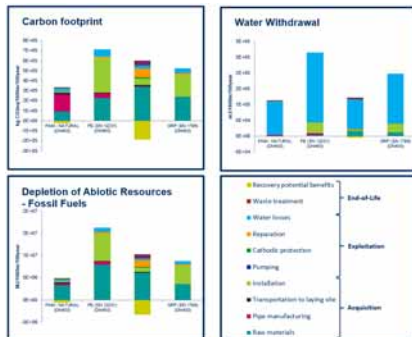


# HYDRO

## TCO – Total Cost of Ownership



## LCA – Life Cycle Assessment





# La Direttiva Europea 2014/25/UE

## Articolo 83

### Costi del ciclo di vita

1. I costi del ciclo di vita comprendono, in quanto pertinenti, tutti i seguenti costi, o parti di essi, legati al ciclo di vita di un prodotto, di un servizio o di un lavoro:

a) costi sostenuti dall'ente aggiudicatore o da altri utenti, quali:

i) costi relativi all'acquisizione;

ii) costi connessi all'utilizzo, quali consumo di energia e altre risorse;

iii) costi di manutenzione;

iv) costi relativi al fine vita, come i costi di raccolta e di riciclaggio;

b) costi imputati a esternalità ambientali legate ai prodotti, servizi o lavori nel corso del ciclo di vita, a condizione che il loro valore monetario possa essere determinato e verificato; tali costi possono includere i costi delle emissioni di gas a effetto serra e di altre sostanze inquinanti nonché altri costi legati all'attenuazione dei cambiamenti climatici.

**Costo Globale**

**Impronta  
Ambientale**





# La Direttiva Europea 2014/25/UE

## Articolo 83

### Costi del ciclo di vita

2. Quando valutano i costi utilizzando un sistema di costi del ciclo di vita, gli enti aggiudicatori indicano nei documenti di gara i dati che gli offerenti sono tenuti a fornire e il metodo che l'ente aggiudicatore impiegherà al fine di determinare i costi del ciclo di vita sulla base di tali dati.

Il metodo impiegato per la valutazione dei costi imputati alle esternalità ambientali soddisfa tutte le seguenti condizioni:

- a) è basato su criteri oggettivi, verificabili e non discriminatori.  
In particolare, qualora non sia stato istituito per un'applicazione ripetuta o continua, non favorisce né svantaggia indebitamente taluni operatori economici;
- b) è accessibile a tutte le parti interessate;

## Il nuovo Codice degli Appalti

### Art. 96

*(Costi del ciclo di vita)*

1. I costi del ciclo di vita comprendono, in quanto pertinenti, tutti i seguenti costi, o parti di essi, legati al ciclo di vita di un prodotto, di un servizio o di un lavoro:
  - a) costi sostenuti dall'amministrazione aggiudicatrice o da altri utenti, quali:
    - 1) costi relativi all'acquisizione;
    - 2) costi connessi all'utilizzo, quali consumo di energia e altre risorse;
    - 3) costi di manutenzione;
    - 4) costi relativi al fine vita, come i costi di raccolta e di riciclaggio;
  - b) costi imputati a esternalità ambientali legate ai prodotti, servizi o lavori nel corso del ciclo di vita, a condizione che il loro valore monetario possa essere determinato e verificato. Tali costi possono includere i costi delle emissioni di gas a effetto serra e di altre sostanze inquinanti nonché altri costi legati all'attenuazione dei cambiamenti climatici.

Costo Globale

Impronta Ambientale





## Il nuovo Codice degli Appalti

### Art. 96

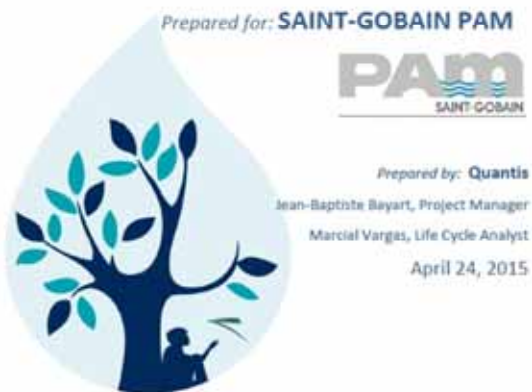
*(Costi del ciclo di vita)*

2. Quando valutano i costi utilizzando un sistema di costi del ciclo di vita, le stazioni appaltanti indicano nei documenti di gara i dati che gli offerenti devono fornire e il metodo che la stazione appaltante impiegherà al fine di determinare i costi del ciclo di vita sulla base di tali dati. Per la valutazione dei costi imputati alle esternalità ambientali il metodo deve soddisfare tutte le seguenti condizioni:

- a) essere basato su criteri oggettivi, verificabili e non discriminatori. Se il metodo non è stato previsto per un'applicazione ripetuta o continua, lo stesso non deve favorire né svantaggiare indebitamente taluni operatori economici;
- b) deve essere accessibile a tutte le parti interessate;
- c) i dati richiesti devono poter essere forniti con ragionevole sforzo da operatori economici normalmente diligenti, compresi gli operatori economici di altri Stati membri, di paesi terzi parti dell'AAP o di altri accordi internazionali che l'Unione è tenuta a rispettare o ratificati dall'Italia.

**Total Cost of Ownership and  
Environmental Life Cycle Assessment  
of potable water pipework tool  
development**

Methodological report



LAUSANNE - ZÜRICH - PARIS - MONTREAL - BOSTON | [www.quantis-intl.com](http://www.quantis-intl.com)

 Quantis

- ✓ Software di calcolo elaborato da Quantis, società riconosciuta a livello mondiale come esperta nel calcolo del ciclo di vita e dell'impronta ambientale
- ✓ Risultati:
  - Total Cost of Ownership (TCO)** → Costi ciclo di vita
  - Life Cycle Assessment (LCA)** → Impronta ambientale
- ✓ Tutoriel già pronto
- ✓ Metodo validato da:
  - Ernst & Young, società di fama mondiale per la revisione dei conti
  - Università di Berkeley (Stati Uniti)

con attestati di validazione

**PAM**  
SAINT-GOBAIN



✓ Metodo basato su norme internazionali:

**Total Cost of Ownership and  
Environmental Life Cycle Assessment  
of potable water pipework tool  
development**

Methodological report

**ISO 15686-5**

NORME  
INTERNATIONALE

ISO  
15686-5

Première édition  
2005-06-15

Bâtiments et biens immobiliers  
construits — Prévission de la durée de  
vie —

Partie 5:  
Approche en coût global

Buildings and constructed assets — Service life planning —  
Part 5: Life-cycle costing

Prepared for: **SAINT-GOBAIN PAM**



Prepared by: **Quantis**

Jean-Baptiste Bayart, Project Manager

Marcial Vargas, Life Cycle Analyst

April 24, 2015



LAUSANNE - ZÜRICH - PARIS - MONTREAL - BOSTON | [www.quantis-intl.com](http://www.quantis-intl.com)



Numéro de référence  
(ISO 15686-5:2005(F))

© ISO 2005





✓ Metodo basato su norme internazionali:

Total Cost of Ownership and  
Environmental Life Cycle Assessment  
of potable water pipework tool  
development

Methodological report

**ISO 14040**

INTERNATIONAL  
STANDARD

**ISO  
14040**

Second edition  
2006-07-01

Environmental management — Life cycle  
assessment — Principles and framework

Management environnemental — Analyse du cycle de vie — Principes  
et cadre

Prepared for: SAINT-GOBAIN PAM



Prepared by: Quantis

Jean-Baptiste Bayart, Project Manager

Marcial Vargas, Life Cycle Analyst

April 24, 2015



LAUSANNE - ZÜRICH - PARIS - MONTREAL - BOSTON | [www.quantis-intl.com](http://www.quantis-intl.com)



Reference number  
ISO 14040:2006(E)

© ISO 2006





SVILUPPO SOSTENIBILE

# HYDRO



INPUT DATA

powered by

Deep blue indicates mandatory cells

### Project General Information

	Unit	Default data proposed	User data	Data used
Country	-	-	Italy	Italy
Currency for data collection	-	EUR		EUR
DN for PAM solution	mm	-	400.00	400.00
Length of network	m	1.000.00	1.000.00	1.000.00
Service pressure	bars	-	5.00	5.00
Flow rate	l/s	125.86	130.00	130.00
Is pumping energy required?	-	Yes	No	No
Daily pumping duration	hours / 24h	-	0.00	0.00
Elevation gradient	m	-	0.00	0.00
Laying environment	-	-	Rural	Rural

### Functional Unit

Transporting water in a watertight pipe to a user over 100 years along 1600 m of pipeline, at a pressure of 5 bars, serving a flow rate of 130 l/s.

### PAM Pipeline Solution

	Unit	Default data proposed	User data	Data used
Pipe description	-	-	PAM - NATURAL	PAM - NATURAL
Standard reference	-	-		EN 545 - ISO 2531
Material grade	-	-	Ductile iron - EN 545	Ductile iron - EN 545
Manufacturing process	-	-	Centrifugation casting	Centrifugation casting
DN	mm	?	400.00	400.00
External diameter (nominal)	mm	?		429.00
Pipe wall thickness (nominal)	mm	?	6.50	6.50
Unit length (pipe or coiled pipe)	m	?	6.00	6.00

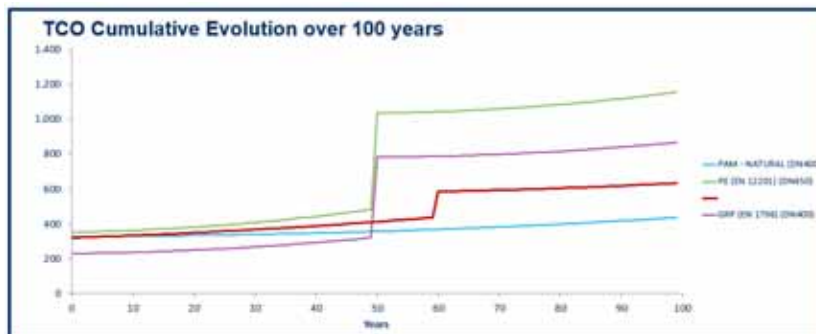
### Pipeline Solution #2

	Unit	Default data proposed	User data	Data used
Pipe description	-	-	PE (EN 12201)	PE (EN 12201)
Standard reference	-	-		EN 12201-2
Material grade	-	-	PE100	PE100
Manufacturing process	-	-	Extrusion of PE compound	Extrusion of PE com
DN	mm	?	400.00	400.00
External diameter (nominal)	mm	?		430.00
Pipe wall thickness (nominal)	mm	?	26.70	26.70
Unit length (pipe or coiled pipe)	m	?	6.00	6.00



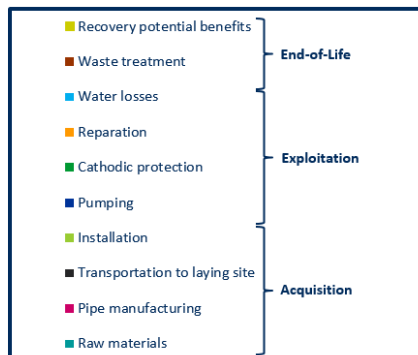
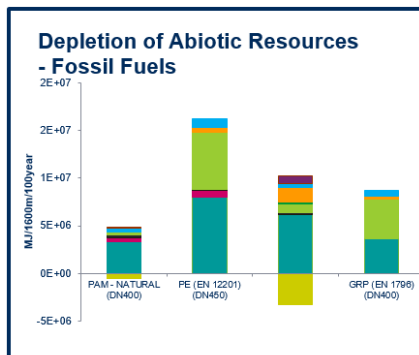
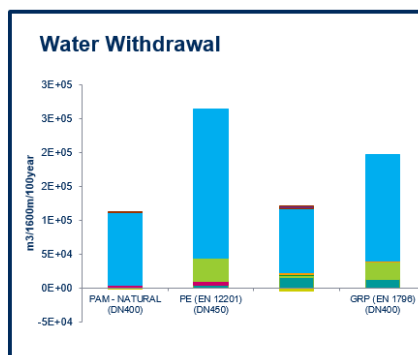
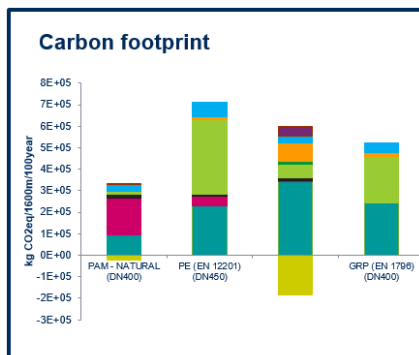
# HYDRO

## TCO – Total Cost of Ownership



# HYDRO

## LCA – Life Cycle Assessment



**HYDRO**

# HYDRO PAm

**Grazie per l'attenzione!**

**Soluzione completa  
per centrali idroelettriche**

Sistemi di condotte in ghisa sferoidale per l'energia rinnovabile

